ANALÝZA TECHNOLOGIE WHEELTUG

ANALYSIS OF WHEELTUG TECHNOLOGY

Markéta Čapková[1]

Anotace: Článek rozebírá nové technologie tzv. „zeleného pojíždění“ a analyzuje technologii WheelTug, která má podle jejího výrobce přispět k rozvoji pozemního leteckého provozu a to jak po stránce ekonomické, bezpečnostní a provozní, tak i po stránce ekologické. Jelikož technologie WheelTug nebyla ještě uvedena do reálného provozu, posuzování provozních přínosů v samotném pozemním provozu vychází z testovacích procedur a simulačních programů.

Klíčová slova: příďový podvozek, elektromotor, úspory, pojíždění, vytlačování.

Summary: The article deals with new technologies of so called "green moving" and analyses the technology WheelTug which should, according to its producer, help to develop ground air traffic not only from the point of view of economy, safety and operation, but also from the point of view of ecology. As WheelTug technology has not been put into real operation yet, measuring operational costs in land operation comes from testing procedures and simulation programs.

Key words: nose gear, electric motor, savings, taxiing, pushback.

ÚVOD

Letecké společnosti se snaží vyhovět současným požadavkům na snižování provozních nákladů a hledají ve všech možných oblastech potenciální úspory paliva. Jako jedna z možných úspor se jeví pohyb letadel mezi přistávací dráhou a rampou bez spuštění hlavních motorů.

1. NOVÉ TECHNOLOGIE “ZELENÉHO POJÍŽDĚNÍ”

V současné době na problematiku tzv. „zeleného pojíždění“ zaměřilo svůj výzkum hned několik společností. Lufthansa Technik (LHT) ve spolupráci se společnostmi L-3 a CRANE umístila elektromotor pro pohon letadla jak dopředu, tak vzad, do kol hlavního podvozku. Elektromotor je napájen z pomocné pohonné jednotky APU. Tým otestoval speciální motor v letounu Airbus A320. Letoun je schopen pojíždět až do maximální rychlosti 25 kilometrů za hodinu. Další výhodou tohoto řešení se ukazuje velmi dobrá manévrovatelnost letadla, které je schopno se otočit o 180 stupňů na poloměru 36 metrů. Nyní společnost analyzuje získané provozní a ekonomické údaje jako podklady pro rozhodnutí, zda pokračovat s vývojem prototypu. Jednou z výzev, se kterou se musí v dalším vývoji konstruktéři mj. vyrovnat, je např. způsob zajištění chlazení motoru či komplexní realizace celé podvozkové konstrukce, včetně brzdového systému. Pro účely testování byly totiž brzdy z podvozkových

[1] Mgr. Ing. Markéta Čapková, Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, Katedra technologie a řízení dopravy, Studentská 95, CZ-53210 Pardubice, Tel.: +420602164262,E-mail: capkova_cz@hotmail.com

kol s nainstalovanými motory odstraněny, což není pochopitelně řešení, které by mohlo být použito v praxi. Termín certifikace firma zatím neoznámila.

Společnosti Safran a Honeywell se zase zabývají rozvojem „elektrického zeleného pojížděcího systému“ Electric Green Taxiing System (EGTS). Tento systém je v zásadě podobný projektu LHT. Předpokládá se až 4% úspora z celkové spotřeby pohonných hmot ve výši několika set tisíc dolarů ročně na letadlo. Systém EGTS má též přispět ke zvýšení bezpečnosti a efektivity práce. Předběžné uvedení do provozu na novém typu letadla Airbus A320 NEO se plánuje na rok 2016 s tím, že instalace na již vyrobená letadla (tzv. retrofit) by měla následovat v další fázi.

Společnost Airbus se společností DLR (středisko pro letectví a kosmonautiku) naproti tomu provádějí zkoušky, kde dva elektrické motory umístěné v příďovém podvozku pohánějí palivové články. Předpokládané snížení emisí na letišti se má snížit o 18% a hluk by se měl zcela eliminovat.

Další společností činnou v oboru je firma WheelTug. Její stejnojmenný systém je ze všech novinek nejblíže k uvedení do provozu. Certifikace je plánována na konec roku 2014 či začátek roku 2015. Systém se skládá ze dvou elektromotorů umístěných v příďovém kole podvozku a zcela nahradí při pojíždění hlavní motory letadla. Letadlo je schopno pojíždět rychlostí až 50 kilometrů v hodině. WheelTug má být jednou z technologií, které přispějí ke splnění environmentálních cílů Single European Sky ATM Research (SESAR).

Společnost Israel Aerospace Industries (IAI) vyvinula polorobotické tažné zařízení Taxibot – tahač bez oje. Výhodou tohoto zařízení je, že u většiny letadel není pro zavedení do provozu potřeba žádných úprav. Zásadním rozdílem od shora uvedených koncepcí je to, že se jedná o čistě pozemní pomocné zařízení (tzv. Ground Support Equipment), které je nutno k letadlu před každým použitím připojit a potom následně odpojit. V tomto případě se proto nedají očekávat takové časové úspory, jako u zařízení, která jsou integrována přímo v konstrukci letadla. Na druhou stranu Taxibot neznamená žádnou přidanou hmotnost pro letadlo. Zařízení Taxibot rovněž umožňuje pohyb letadel po ploše. S výjimkou rozdílných časových úspor má Taxibot v porovnání např. s technologií WheelTug obdobné provozní výhody, nicméně bude představovat větší zátěž pro letištní personál z hlediska organizace pohybů po provozních a odbavovacích plochách. V případě použití systému totiž bude nutné sladit pohyby tahačů Taxibot s dalším provozem, zejména pojíždějícími letadly. Existuje předpoklad, že Taxibot se uplatní zejména u dálkových spojů, v jejichž provozu není u většiny společností kladen takový důraz na úspory času, jako u středně a krátkotraťových letadel.

2. TECHNOLOGIE WHEELTUG

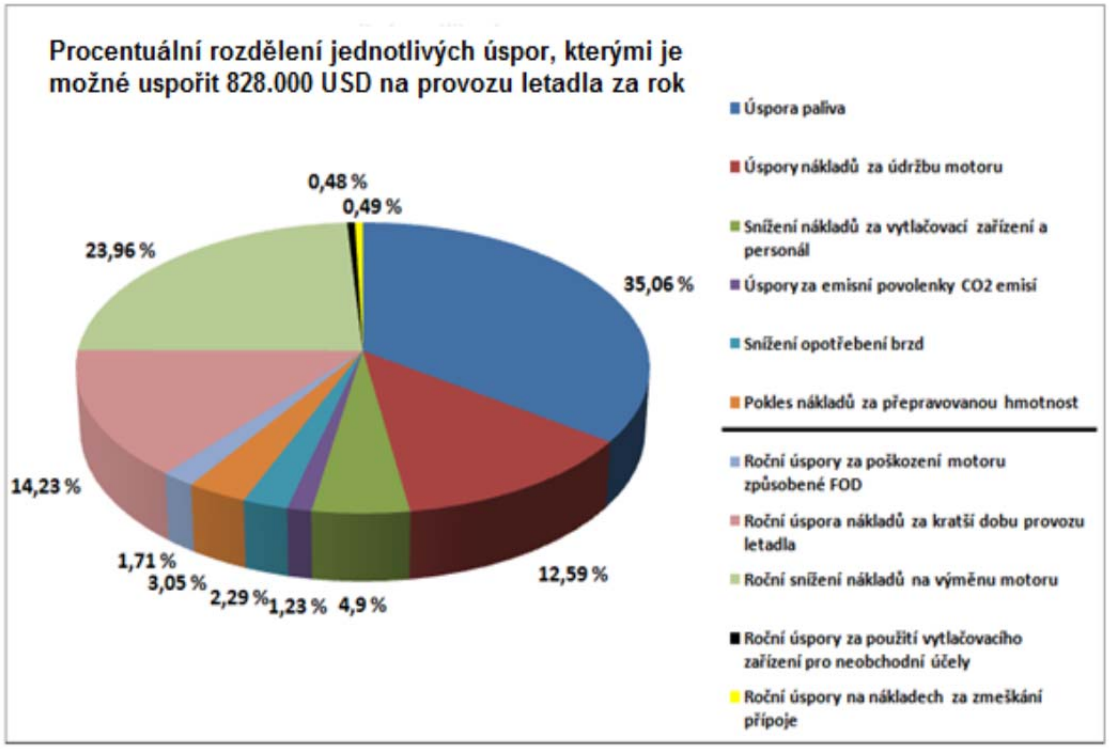
WheelTug je nový patentovaný elektrický pohonný systém integrovaný do disku příďových kol letadla, který má zajistit plnou mobilitu letadla při vypnutí hlavních motorů na odbavovacích plochách a pojezdových drahách. Vysoce výkonné elektrické motory jsou napájeny záložním spouštěcím motorem APU. WheelTug má být hlavně použitelný pro střednětraťová letadla s MTOW od 20 tun výše, neboť u dálkových letadel by byl z důvodu malého počtu vzletů a přistání oproti střednětraťovým daleko méně efektivní. Za stejnou

dobu, kdy dálkové letadlo uskuteční jeden takový let, provede střednětraťové letadlo cca 4 lety a WheelTug tedy využije 4x častěji. Tato nová technologie má přispět k rozvoji pozemního leteckého provozu a to jak po stránce ekonomické, bezpečnostní a provozní, tak také po stránce ekologické. V současné době probíhá certifikace pro Boeing 737NG.

2.1 Primární a sekundární úspory technologie Wheeltug

Použití technologie WheelTug přinese letištím, leteckým společnostem a cestujícím ekonomické i provozní výhody. Posouzení přínosů technologie WheelTug z pohledu leteckých společností přineslo kladný výsledek a to v závislosti na charakteru provozovaných linek, velikosti letišť a aplikovaných postupech (1). Z pohledu samotných letišť je tento proces složitější.

Ekonomické analýzy zahrnují jak primární úspory (palivo, náklady na údržbu motorů, náklady na vytlačování letadla, opotřebení brzd atd.), tak sekundární úspory (náklady na poškození motorů způsobené FOD, náklady na výměnu motorů, náklady na kratší provozní dobu, náklady za zmeškané přípoje atd.). Z analýz vyplývá možná úspora až 828.000 USD na provozu letadla za rok (viz. obr. 1).



Zdroj: (2)

Obr. 1 – Výsečový graf jednotlivých úspor technologie WheelTug

2.2 Přínosy technologie Wheeltug

2.2.1 Úspora paliva, snížení emisí a hluku

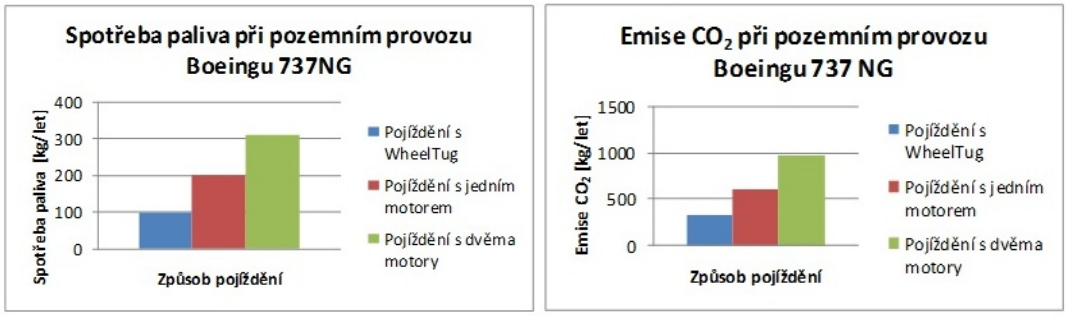
Při využití technologie WheelTug se během pozemního provozu letadla předpokládá až o 80% nižší spotřeba paliva. Hlavní motory při samotném pojíždění letadla sice neběží

zdaleka naplno, ale i tak je spotřeba paliva, konkrétně u Boeingu 737 – 800, cca 700 až 800 kilogramů za hodinu.

Doba pojíždění po středně velkých letištích činí cca 10 minut (před startem i po přistání), ale na velkých letištích to již bývá 25 – 40 minut. Pokud bude elektromotor zabudován do Boeingu 737-800, má být při pojíždění za jeden let, tj. při pojíždění před vzletem a po přistání a celkové době pojíždění cca 25 min., předpokládaná úspora paliva až 200 kg (viz. obrázek 2). S technologií WheelTug budou hlavní motory v chodu pouze cca 3 minuty po dosednutí na RWY (z důvodu jejich ochlazení) a přibližně stejnou dobu před vzletem (z důvodujejich zahřátí na požadovanou provozní teplotu).

Dle tvrzení hlavního pilota WheelTug Josepha Goldmana činí spotřeba APU při zajištění napájení WheelTug cca 2 kg paliva za minutu, zatímco bez WheelTug má Boeing 737 NG při pojíždění na jeden motor průměrnou spotřebu 7 kg paliva za minutu (3).

Předpokládaná úspora paliva letadla při pohybu po pozemních letištních plochách je znatelná, a to okolo 500.000 USD na jedno letadlo za rok (1).



Zdroj: (autor)

Obr. 2 – Grafy zobrazující spotřebu paliva a produkce emisí CO_2 při pozemním provozu bez a s technologií WheelTug

Z ekologického hlediska je zvýšení kvality ovzduší při použití elektromotoru WheelTug nepochybné. Dojde např. ke snížení emisí CO_2 až o 66 % oproti situaci, kdy letadlo pojíždí na oba motory (viz. obrázek 2). Přitom se při spálení 1 kg leteckého paliva uvolňuje přes 3 kg CO_2 (4). Snížení emisí uhlovodíků se na jeden letový cyklus předpokládá až o 65 – 78 %. Tato emisní snížení ušetří leteckým společnostem minimálně 10 € za let na emisních poplatcích za CO_2 v rámci UE ETS (1). Dále dojde k eliminaci použití tažných vozidel a pozemních mechanizačních prostředků a tím ke snížení emisí NOx z pozemního provozu o více než 20 % a emise CO_2 klesnou o více než 10 % (36).

Mezi další přínosy patří snížení hluku. Hluk patří k nejvíce negativně vnímaným dopadům spjatým s provozem na letištích a jejich bezprostředním okolím. Zdrojem hluku jsou vedle přistávajících, pojíždějících a startujících letadel také pozemní mechanismy a návazná individuální a veřejná doprava. Letadla vybavená elektromotorem WheelTug budou moci být odbavena a připravena na RWY k rannímu odletu hned na 6:00 hodin ráno, kdy na mnoha letištích končí noční hlukové omezení. Zde ale vzniká otázka, zda nebude hluk z provozu APU převyšovat hlukové noční limity.

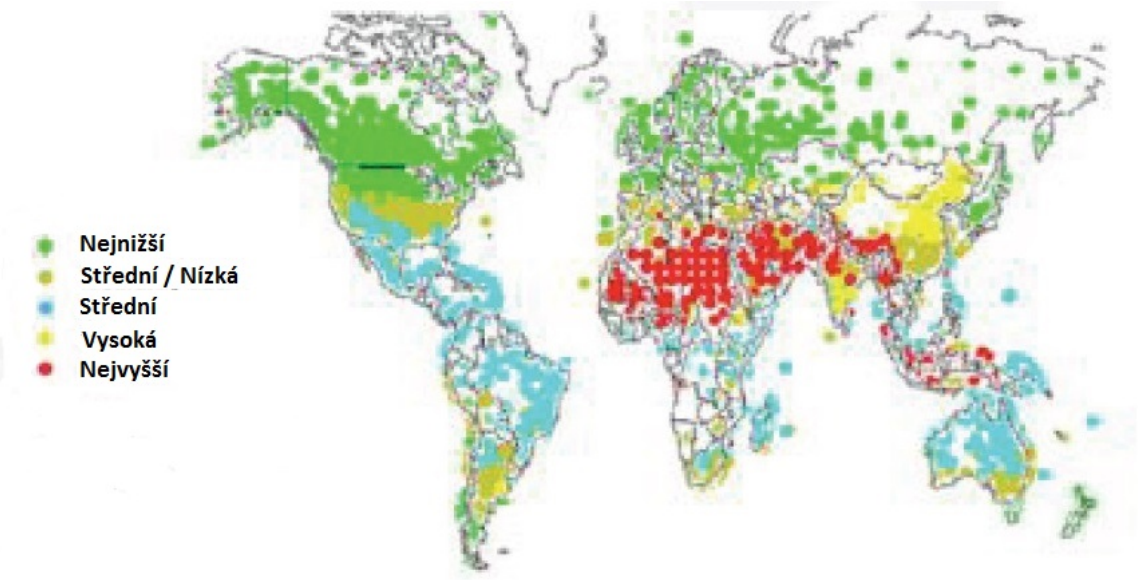
2.2.2 Zvýšení bezpečnosti provozu na letištích

Jednou z dalších hlavních výhod vyplývajících ze zabudování elektromotoru WheelTug má být zvýšení bezpečnosti provozu na letištích. Proud výstupních plynů za hlavními motory, nebo naopak sání před hlavními motory, jsou stále příčinou nehod na provozních plochách. Ohrožují jak pozemní personál, který při provádění pracovních úkonů musí striktně dodržovat bezpečnostní pravidla a opatření, tak samotná letadla. Letadla vybavená technologií WheelTug budou moci zmenšit rozestupy při výjezdu ze stání a při pojíždění po ploše letiště. Zkrácení rozestupů by mělo vést k celkovému zefektivnění provozu a dovolit pozemnímu personálu provádět pracovní úkony a servis v menší vzdálenosti od letadla než doposud. Také práce samotných tahačů představuje nebezpečí, jak v podobě vad samotného tažného zařízení, tak ve vyskytujících se chybách zaměstnanců pozemního odbavení, což vede k občasnému poškození příďového podvozku. Při použití motorů WheelTug se nebudou tahače využívat, což umožní bezpečnější provoz a potenciálně zjednoduší předpisy pro pozemní operace. V současné době probíhá spolupráce mezi společností WheelTug plc., firmou Boeing (jedná se o Boeing Simulation Management Services, jednou ze společností ve struktuře holdingu Boeing) a Letištěm Praha na vývoji nového programu pro výcvik posádek i personálu.

2.2.3 Snížení poškození motorů cizím předmětem (FOD)

Hlavní motory při pozemním provozu téměř neustále nasávají prach a jiné nečistoty. 85 % nasátých předmětů v hlavních motorech je z okolí pojezdových drah. Malé objekty, např. částice písku, způsobí na turbínových lopatkách opotřebení, která sníží celkovou účinnost motoru. GE Aviation při provádění studií zjistila, že nasátím cizích předmětů dochází k poškození náběžné hrany lopatek a snížení celkové účinnosti motoru. Až 90 % letadel létá s 30 % takto poškozených lopatek, což zvyšuje spotřebu paliva o 0,5 - 1,5 % (5).

Jelikož systém WheelTug nepotřebuje k pohonu hlavní motory, snižuje se značně riziko poškození pohonných jednotek během pohybu letadla na letišti a provozovatelé ušetří za jejich údržbu či výměnu. Pojíždění s WheelTug tedy eliminuje možnost nasátí cizích předmětů, zvyšuje tak účinnost motoru a snižuje spotřebu pohonných hmot. WheelTug umožní, že v některých regionech středního a dálného východu (viz. obrázek 3) je v současnosti díky FOD rusurs (doba mezi opravami) motoru zkrácen z 36 000 hodin na 13 000 hodin.



Zdroj: (1)

Obr. 3 – Mapa intenzity vlivu životního prostředí na poškození motorů cizími předměty

2.2.4 Úspora na vytlačování letadel - Push-back

Pojmem Push-back se označuje vytlačení letadla po ukončení odbavení na stání NOSE-IN v rámci předodletových postupů pomocí oje, případně bezojovým vozidlem. Vozidlo je vybavené zvedacím zařízením, které dokáže za příďové kolo zvednout přední část letadla o celkové hmotnosti až 400 tun. Doba vytláčení činí 3 až 5 minut. U letadel s WheelTug využití tažných vozidel odpadá. Zabudovaný elektromotor umožňuje jak pohyb letadla vpřed rychlostí až 50 km/h, tak i vzad při rychlosti až 8 km/h. Pohyb vzad bude probíhat v součinnosti dvou členů personálu, kteří budou během vytlačovacích procedur vizuálně navádět pilota. V budoucnu se uvažuje o zabudování kamerového systému na letadlo a tím možné eliminaci pozemního personálu. Z ekonomického hlediska se sníží náklady na tažné a tlačné tahače, čímž dojde ke snížení výdajů za údržbu, palivo, pojištění atd. Úspora za celý vytlačovací proces na jeden let představuje cca 25 USD a za rok až 41.000 USD.

Výrazným faktorem u pohybu vzad s WheelTug je časová úspora. U WheelTug odpadá čekací doba na tahač a jeho připojování a odpojování. Např. předpokládaný uspořený čas Push-backu na letišti Praha je, jak vyplývá z měření reálného času jednotlivých procedur, cca 90 - 120 sekund. Pro objektivní měření Push-backu bylo stanoveno 8 činností (1.1) u kterých proběhlo 200 měření. Dále, aby se vyloučily pochyby, zda výkyvy teplot a počasí nemají zásadní vliv na délku jednotlivých činností, probíhalo měření v jednotlivých ročních obdobích. Tato pochybnost se nepotvrdila.

Vybrané měřené úseky Push-backu (1.1)

- Push-back Gate (Trvání začátku Push-backu od Gatu do ukončení Push-backu).

- Tow Bar (Y - oj, N - bezojový tahač).

- Start-up Engine1 (Doba spuštění 1. motoru).

- Time between engines (Doba mezi spouštěním motorů).

- Start-up Engine 2 (Doba spuštění druhého motoru).

- Pushback final position/move (Doba od zastavení letadla po ukončení Push-backu do zahájení jeho pohybu vpřed).

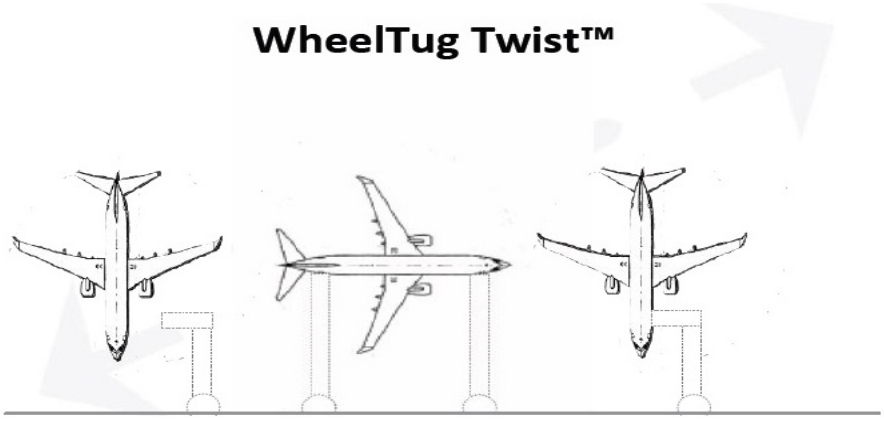
- Total taxi-out at open stand (Celková doba od zahájení spouštění 1. motoru do zahájení pojíždění na průjezdné stojánce).

- Total from gate till forward move (Celková doba od zahájení Push-backu do zahájení pohybu letadla vpřed).

Například pro úsek Tow Bar bylo zjištěno, že využití oje, nebo bezojového tahače u Push-backu na letišti v Praze je přibližně v poměru 60 : 40. Z měření dále vyplynulo, že doba Push-backu bez oje je cca o 20 sekund kratší než s ojí. U letadel s Wheeltugem nebude úsek Tow Bar zapotřebí a bude se počítat jen s jedním časovým úsekem a to Push-back Gate (trvání začátku Push-backu od Gatu do ukončení Push-backu). Průměrná doba Push-backu v současném reálném provozu je cca 2 min. 30 s.

2.2.5 Zvýšení flexibility letadla – WheelTug Twist

Mezi další specifika této technologie má patřit otočka WheelTug Twist. V rámci testů na letišti Praha také bez problémů proběhlo otočení letadla o 180°. Toto testování potvrdilo možnost využití otočky WheelTug Twist. Okolo letadla nevznikají výfukové plyny a tak letadlo s WheelTug může zatočit daleko „ostřeji“ než s hlavními motory. Letadlo se tedy může u gate otočit o 90°, postavit se souběžně, použít zároveň přední i zadní dveře pro vystoupení a nastoupení cestujících, zase se otočit o 90°, vyjet (dopředu) a tím zkrátit otočku na zemi o 8 – 12 minut (viz. obrázek 4).



Zdroj: (1)

Obr. 4 – WheelTug Twist

I když leteckým společnostem tento manévr přinese časové urychlení, jeho nevýhodou jsou podstatně větší prostorové nároky oproti klasickému postavení NOSE-IN. Pro samotná letiště by to většinou znamenalo budování větších odbavovacích ploch a terminálů, což by představovalo investici do přebudování existující infrastruktury. V době snižování nákladů je to z pohledu současných letišť takřka nereálné.

ZÁVĚR

Z ekonomického hlediska technologie WheelTug představuje velké úspory i při pořizovací ceně okolo 1 milionu dolarů. Wheeltug nebude systém prodávat, ale bude aeroliniím poskytovat pronájem, což může být pro společnosti výhodnější. Z provozního hlediska vznikaly a stále existují určité pochybnosti a proto se efektivnost WheelTug ověřuje při testování, nebo za pomoci simulačních programů. Např. v lednu 2010 se na Boeingu 737NG letecké společnosti Delta Airlines s úspěchem ověřil dostatečný výkon APU při celkovém zatížení systému. Dále se testovalo, jak se bude letadlo chovat na kluzkém a zasněženém povrchu. I zde testy prokázaly, že příďová kola uspěla v neprokluzování i tam, kde již běžné tahače selhaly.

Ne všechny novinky, či změny, které splňují ekologické normy a vyhovují úsporným požadavkům, ale nakonec splní požadavky provozní. I když má technologie WheelTug oproti ostatním technologiím z takzvaného „zeleného pojíždění“ nejblíže k uvedení do provozu, teprve se uvidí, zda se stane běžným komponentem nových letadel a zda bude mít třeba vliv i na cenu letenek.

POUŽITÁ LITERATURA

(1) *WheelTug* [online]. c2011 [cit. 2011-07-11]. Dostupné z: <http://www.wheeltug.gi/>.

(2) *Systém WheelTug* [online]. c2013 [cit. 2013-06-05]. Dostupné z: <http://uld.fd.cvut.cz/magazindta/system%20wheeltug.pdf>.

(3) *EIAI launches WheelTug*[online]. c2011 [cit. 2011-11-08]. Dostupné z: <http://airinsight.com/2011/11/07/elal-launches-wheeltug/>.

(4) *The Myclimate Flight Emission* [online]. c2009 [cit. 2013-06-01]. Dostupné z: <http://www.myclimate.org/fileadmin/documents/cms/E_flight_calculator.pdf>.

(5) *Motor Wear* [online]. c2013 [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: < http://www.wheeltug.gi/engine_wear.shtml>

(6) ČAPKOVÁ, M. elektrický pohonný systém Wheeltug, Elektronický odborný časopis o technologii, technice a logistice v dopravě „Perner´s Contacts“, Univerzita Pardubice, DFJP, Katedra technologie a řízení dopravy, Pardubice, č. I, ročník VI., duben 2011, str. 45-50, ISSN 1801-674X, dostupné z: http://pernerscontacts.upce.cz/.